

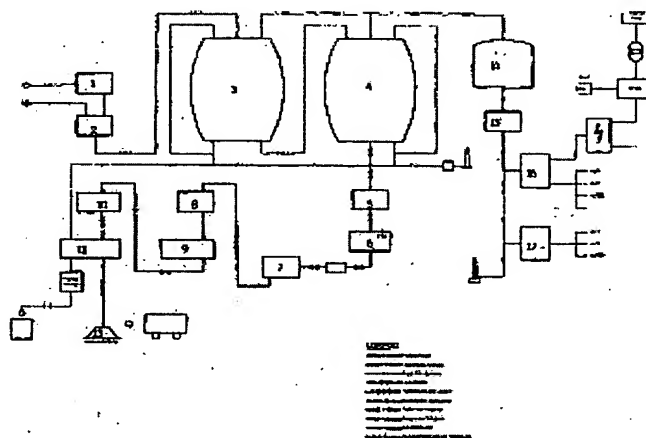
Biofuel production involves returning methane from sludge gasification reactor to sludge anaerobic treatment stage, where it is mixed with nascent biogas

Patent number: DE10107712
Publication date: 2002-09-05
Inventor: VIT ROBERT (DE); DOHANYOS MICHAL (CZ); ZABRANSKA JANA (CZ); KUTIL JOSEF (CZ)
Applicant: VIT ROBERT (DE); DOHANYOS MICHAL (CZ); ZABRANSKA JANA (CZ); KUTIL JOSEF (CZ)
Classification:
- **International:** C02F11/04; C02F3/30; C02F11/12; C02F3/28; C02F11/10
- **European:** C02F11/04; C02F11/10; C02F11/12C
Application number: DE20011007712 20010219
Priority number(s): DE20011007712 20010219

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10107712

Biogas is generated by sludge gasification reactor and is returned to the aerobic treatment stage where it is mixed with the nascent biogas. The sludge is gasified at between 400 and 1200 deg C producing primarily methane. The mixture is drawn from the anaerobic reactors for use as fuel. Foul sludge stage (11) biogas and anaerobic stage biogas circulate between the reactors before it is drawn off for use as a fuel. An Independent claim is also included for a sludge treatment assembly, comprising an anaerobic stage (3, 4), a foul sludge thickener (5), a foul sludge homogenizer (6), a de-watering unit (7), a foul sludge stacking container (8), a sludge drier (9), a dry sludge store (10) and a sludge gasifier (11). The assembly has a pipe linking the foul sludge gasifier to the anaerobic stage containers.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 101 07 712 A 1

(51) Int. Cl.⁷:
C 02 F 11/04
 C 02 F 3/30
 C 02 F 11/12
 C 02 F 3/28
 C 02 F 11/10

② Aktenzeichen: 101 07 712.2
 ② Anmeldetag: 19. 2. 2001
 ④ Offenlegungstag: 5. 9. 2002

71) Anmelder:
Vit, Robert, 95615 Marktrechwitz, DE; Dohányos,
Michal, Prof., Prag/Praha, CZ; Zábranská, Jana,
Prag/Praha, CZ; Kutil, Josef, Brandys Nad
Labem-Stara Boleslav, CZ

74 Vertreter:
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

56) Entgegenhaltungen:

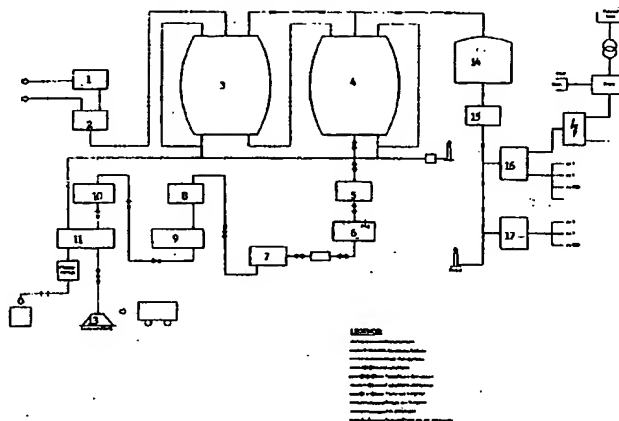
DE	197 24 049 A1
DE	195 02 856 A1
EP	08 07 089 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4) **Vorrichtung und Verfahren zur energetischen Nutzung von Faulschlammvergasungsgas**

(51) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Behandlung von Schlämmen, wobei ein bei der Faulschlammvergasung entstehendes Gas energetisch dadurch genutzt wird, daß es in den Faulbehälter (3, 4) eingeleitet wird und mit dem Faulgas vermischt wird und als Mischgas zur Energiegewinnung vom Faulbehälter (3, 4) abgezogen wird, wobei der Faulbehälter (3, 4) eine Verbindung von der Faulschlammvergasungseinrichtung für das Faulschlammvergasungsgas aus der Faulschlammvergasungseinrichtung (11) zu dem Faulbehälter (3, 4) aufweist und gegebenenfalls das Faulschlammvergasungsgas und das im Faulbehälter (3, 4) enthaltene Biogas als Mischgas im Kreislauf durch den Faulbehälter (3, 4) geführt werden, bevor es als Mischgas der energetischen Nutzung zugeführt wird. Diese kann in bekannter Weise über ein Blockheizkraftwerk (16), eine Heizkesselanlage (17) oder eine Brennstoffzelle (19) geschehen. Die energetische Gesamtbilanz ist deutlich größer als bei der bisherigen Nutzung der Biogasproduktion von kommunalen Kläranlagen, bei gleichzeitiger drastischer Reduktion des zu deponierenden Feststoffvolumens.



DE 101 07 712 A 1

DE 101 07 712 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Behandlung von Schlämmen aus Abwässern gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zur energetischen Nutzung von Faulschlammvergasungsgas gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

[0002] Im Stand der Technik sind eine Menge von Klärvorrichtungen bekannt, welche Schlämme aus Abwässern behandeln. In der Regel enthalten derartige Vorrichtungen eine anaerobe Stufe, eine Faulschlammeindickereinrichtung, eine Faulschlammhomogenisierungseinrichtung, eine Entwässerungseinrichtung, einen oder mehrere Faulschlammstapelbehälter, eine Schlamm Trocknungseinrichtung, eine Trockengutvorlage sowie eine Faulschlammvergaseinrichtung, welche Faulschlammvergaseungsgas und eine Restasche produziert.

[0003] Derartige Klärvorrichtungen sind beispielsweise beschrieben in der DE 195 02 856 C2 und der EP 0 807 089 B1 der Anmelder der vorliegenden Patentanmeldung.

[0004] Insbesondere werden in den zitierten Patentschriften Eindickenzentrifugen zum Eindicken von Überschußschlamm aus der aeroben Stufe beschrieben, welche eine in die Eindickenzentrifuge integrierte Lysiereinrichtung zum Aufbrechen der Zellen aufweisen, was dazu führt, daß die anschließende Schlammfäulung in einer anaeroben Stufe wesentlich verbessert wird, was sich beispielsweise in der erhöhten Biogasausbeute aus den Faultürmen darstellt.

[0005] Die bei der biologischen Abfallreinigung entstehenden relativ großen Schlammengen, welche nach der aeroben Stufe anfallen, werden nach Eindickung in den meisten Kläranlagen, vor allem in den großen, durch eine anaerobe Methanfermentation weiterverarbeitet.

[0006] Obwohl die oben zitierten Druckschriften schon zu einer deutlichen Verminderung der Schlammproduktion aufgrund der besseren mikrobiologischen Zersetzung im Faulturm führen, fallen dennoch in kommunalen Kläranlagen große Schlammengen an.

[0007] Trotz aller bisherigen Bemühungen im Stand der Technik die Schlammproduktion zu vermindern, stellt die Schlammabeseitigung nach der Schlammbehandlung und Schlammabwasserung nach wie vor ein großes Problem dar, da beispielsweise große Volumina Schlamm auf Deponien entsorgt werden müssen, wenn sein Schadstoffgehalt zu hoch ist.

[0008] Daher war man schon lange im Stand der Technik bemüht, Schlammmasse und Schlammvolumen zu reduzieren.

[0009] Hierbei spielt einerseits die Schlamm Trocknung eine Rolle, andererseits mußten in der Vergangenheit häufig größere Schlammmassen wegen des Schadstoffgehaltes auf Deponien abgeladen werden. Mit zunehmender Raumknappheit steigen die Kosten für eine derartige Deponierung von den in Klärwerken anfallenden Schlammmassen drastisch an.

[0010] Daher gab es schon früh Ansätze zur Verminderung der Schlammengen durch thermische Behandlung von Klärschlämmen, die einerseits die direkte Schlammverbrennung gegebenenfalls zusammen mit Müll umfaßten. Andererseits wurde versucht, die organischen Bestandteile des Schlammes zu vergasen, um somit nur eine mineral- und schwermetallhaltige Restasche zu erhalten, welche ein deutlich kleineres Volumen ergab als die getrockneten Schlämme. Die Schlammvergaseung findet im Stand der Technik einerseits vollständig unter Sauerstoffausschluß und andererseits unter dosierter Luft- und/oder Sauerstoffzugabe statt.

[0011] Nachteilig hieran ist es jedoch, daß beide Verfahren

die Problematik der Schlamm Entsorgung von der Deponie in die Atmosphäre verlagern. Ein modernes Verfahren zum Schlammvergaseung oder der Pyrolyse von Schlamm wird beispielsweise in der DE 197 24 049 A1 beschrieben.

[0012] Bei diesem Stand der Technik wird beispielsweise ein Lödige-Reaktor als Vergaseungseinrichtung verwendet, wobei die durch die Vergaseung der getrockneten Klärschlämme erzeugten Gase durch einen nachgeschalteten Gasmotor wieder in das Verfahren energetisch integriert werden.

[0013] Der Lödige-Reaktor funktioniert nach dem Prinzip des mechanisch erzeugten Wirbelbetts.

[0014] Einer derartigen direkten Umsetzung des Vergaseungsgases steht jedoch entgegen, daß typischerweise der Heizwert des Vergaseungsgases relativ gering ist und daher beispielsweise das in dem Vergaseungsgas enthaltene CO nicht vollständig verbrannt werden kann und daher in die Atmosphäre entweichen muß.

[0015] Ausgehend vom Stand der Technik der DE 197 24 049 A1 ist es daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Behandlung von Schlämmen aus Abwässern zu Verfügung zu stellen, bei dem die Abgase aus der Faulschlammvergaseung optimal energetisch genutzt werden können.

[0016] Vorrichtungstechnisch wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. In verfahrenstechnischer Hinsicht wird die obige Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 6 gelöst.

[0017] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Behandlung von Schlämmen aus Abwässern mit wenigstens einer anaeroben Stufe; wenigstens einer Faulschlammeindickereinrichtung; wenigstens einer Faulschlammhomogenisierungseinrichtung; wenigstens einer Entwässerungseinrichtung; wenigstens einem Faulschlammstapelbehälter; wenigstens einer Schlamm Trocknungseinrichtung; vorzugsweise

mit einer Pelletiereinrichtung; wenigstens einer Trockengutvorlage; wenigstens einer Faulschlammvergaseungseinrichtung, welche Faulschlammvergaseungsgas und eine Restasche produziert, wobei eine Verbindung von der Faulschlammvergaseungseinrichtung für das Faulschlammvergaseungsgas aus der Faulschlammvergaseungseinrichtung zu dem Faulbehälter vorgesehen ist.

[0018] Durch die Verbindung von Faulschlammvergaseungseinrichtung zu dem Faulbehälter wird Gas aus der Faulschlammvergaseung in den Faulbehälter, in der Regel den Faulturm, verbracht. Hierdurch wird der entscheidende Vorteil erreicht, daß einerseits unerwünschte oder toxische Bestandteile des bei der Faulschlammvergaseung entstehenden Gases im Faulbehälter resorbiert und sogar umgesetzt werden können, wobei der an sich relativ schlechte Heizwert des Faulschlammvergaseungsgases sich erhöht, weil im Faulschlammvergaseungsgas enthaltene gasförmige Substanzen, wie beispielsweise CO₂, CO und Wasserstoff noch zusätzlich in Methan umgewandelt werden. Dies geschieht einerseits unter Mitwirkung der anaeroben Mikroorganismen und andererseits durch direkte chemische Umsetzung im Faulbehälter.

[0019] Das sich aus der Fäulung des Schlammes ergebende methanreiche Biogas zusammen mit dem im Faulbehälter umgesetzten Faulschlammvergaseungsgas ergebende Mischgas weist insgesamt einen signifikant höheren Methananteil auf als Biogas oder Faulschlammvergaseungsgas allein. Damit steigt der Heizwert des Mischgases deutlich an

und die energetische Nutzung des Faulschlammvergasungsgases wird gegenüber dem Stand der Technik deutlich verbessert.

[0020] Die Faulschlammvergasung als solche kann als Pyrolyse, also unter Sauerstoffausschluß, oder aber als Vergasung mittels dosierter unterstöchiometrischer Luft- oder Sauerstoffzudosierung erfolgen.

[0021] Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung benutzt den oder die Faulbehälter als Filter und Reaktor für das Faulschlammvergasungsgas. Hierdurch werden einerseits beispielsweise Partikel durch den Faulschlamm im Faulbehälter aus dem Vergasungsgas absorbiert, andererseits reagieren Bestandteile des Faulschlammvergasungsgases mit dem Schlamm als solchen und daher können toxische und/oder unerwünschte Bestandteile des Faulschlammvergasungsgases durch die vorliegende Erfindung im Faulschlamm zurückgehalten werden.

[0022] Bevorzugt findet die Faulschlammvergasung bei einer Temperatur von ca. 400°C bis 1200°C statt. Wie in einer kommunalen Kläranlage üblich, ist es bevorzugt, daß gemäß der vorliegenden Erfindung zwei Faultürme als Faulbehälter zum Einsatz kommen, wobei der erste in der Regel thermophil bei ca. 56°C betrieben wird, während der zweite nicht beheizt wird.

[0023] Desweiteren ist es bevorzugt, daß an dem Faulbehälter selbst wenigstens eine Recyclingleitung vorgesehen ist, durch welche das Mischgas aus Faulgas und Faulschlammvergasungsgas im Kreislauf durch den Faulbehälterinhalt geführt wird, wobei der Faulbehälterinhalt insbesondere als Filter und Reinigungsreaktor für das Faulschlammvergasungsgas dient, um somit die Effektivität der Aufwertung des Faulschlammvergasungsgases in chemischer und energetischer Hinsicht zu verbessern.

[0024] Bei den zum Einsatz gelangenden Abwässern handelt es sich vorzugsweise um aerob stabilisierte Abwässer.

[0025] Besonders vorteilhaft ist, daß sich das aus der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergebende Mischgas, welches dem Faulbehälter entnommen wird, einen größeren Methananteil enthält als das Faulgas ohne Zuführung von Faulschlammvergasungsgas. Somit ist die energetische Nutzung des Faulschlammvergasungsgases gegenüber dem Stand der Technik optimiert.

[0026] Das in dem Mischgas enthaltene CO₂ wird vorzugsweise durch Auswaschen mit Wasser aus dem Mischgas entfernt.

[0027] Für die weitere energetische Nutzung des Mischgases können weitere Reinigungsschritte bzw. Umwandlungsschritte erforderlich bzw. erwünscht sein.

[0028] Beispielsweise ist es vorteilhaft, wenn die – vermutlich aus den modernen Waschmitteln, deren Polyphosphate mittlerweile durch Siliciumverbindungen ersetzt sind – entstehenden flüchtigen Siloxane aus dem Mischgas entfernt werden, weil sich ansonsten Ablagerungen von Siliciumdioxid und/oder anderen Siliciumverbindungen in den Gasmotoren und/oder Leitungen und/oder weiteren Anlagenteilen bilden, welche insbesondere bei sich bewegenden Teilen zu beachtlichen Schäden durch Reibungsverschleiß führen können.

[0029] Es hat sich daher als besonders vorteilhaft herausgestellt, das Mischgas durch Kühlen, insbesondere auf unter ca. -20°C bis -40°C, vorzugsweise auf ca. -30°C von im Mischgas enthaltenen Siliciumverbindungen, insbesondere Siloxanen und Wasser wenigstens weitgehend zu befreien.

[0030] Die energetische Nutzung des Mischgases kann in einer Heizanlage und/oder einer Blockheizkraftwerksanlage und/oder – nach weiterer Aufbereitung des Mischgases – in einer Brennstoffzelle geschehen.

[0031] Für die Verwendung des Mischgases für Brenn-

stoffzellen ist es beispielsweise vorteilhaft, das Mischgas durch Eisenoxid- und/oder Keramik-katalysatoren und/oder eine vorzugsweise aktivkohlehaltige Adsorptionsstufe zu leiten, um Verunreinigungen wie beispielsweise Schwefel und/oder Halogenverbindungen und/oder NO_x und/oder CO aus dem Mischgas zu entfernen, wobei auch vorzugsweise ein Partikelfilter nachgeschaltet werden kann.

[0032] Da ökonomisch arbeitende Brennstoffzellen in der Regel Wasserstoff als Brennstoff für die elektrochemische Reaktion zu Wasser benötigen, muß wenigstens ein Teil des im Mischgas enthaltenen Methans in Wasserstoff umgewandelt werden. Diese Umwandlung geschieht im wesentlichen durch einen bekannten Reformierungs- und einen Konvertierungsprozeß. Hierzu wird das Mischgas mit überhitztem Wasserdampf gemischt und bei ca. 900°C zu Wasserstoff und Kohlenmonoxid, vorzugsweise an einem Nickelkatalysator umgesetzt (reformiert).

[0033] Wenigstens ein Teil des bei der Reformierung entstehenden Kohlenmonoxids wird vorzugsweise bei ca. 300°C an einem Kupferkatalysator mit Wasser zu Wasserstoff und Kohlendioxid umgesetzt (konvertiert).

[0034] Hierdurch wird erreicht, daß das im Mischgas enthaltene Methan zum größten Teil zu Wasserstoff umgesetzt werden kann, wobei schlußendlich im wesentlichen CO₂ entsteht, welches wiederum aus dem Mischgas bei Bedarf, beispielsweise durch Auswaschen, entfernt werden kann.

[0035] Die Entwässerung des für eine Brennstoffzelle umgewandelten Mischgases kann wiederum durch einfache Kondensation und/oder Ausfrieren erfolgen.

[0036] Vorteilhaft werden geeignete Brennstoffzellen ausgewählt, bestehend aus:

Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen (PEFC) mit einem Betriebstemperaturbereich von ca. 60°C bis 100°C; Phosphorsäure-Brennstoffzellen (PAFC) mit einem Betriebstemperaturbereich von ca. 160°C bis 220°C; Schmelzcarbonat-Brennstoffzellen (MCFC) mit einem Betriebstemperaturbereich von ca. 620°C bis 660°C und oxidkeramische Brennstoffzellen (SOFC) mit einem Betriebstemperaturbereich von ca. 800°C bis 1000°C.

[0037] Besonders bevorzugt sind derzeit Phosphorsäure-Brennstoffzellen, da sie einen moderaten Betriebstemperaturbereich von ca. 160°C bis 220°C abdecken und kommerziell beispielsweise von der Firma ONSI CORPORATION, USA, zum Beispiel als Typ PC25C mit einer elektrischen Leistung von ca. 200 Kilowatt erhältlich sind.

[0038] Eine derartige Brennstoffzellenanlage wird beispielsweise im Klärwerk Köln-Rodenkirchen verwendet.

[0039] Vorzugsweise wird der der Brennstoffzelle entnommene Strom zum Betrieb der Kläranlage verwendet und erhaltene Stromüberschüsse werden über einen Wechselrichter ins öffentliche Stromnetz eingespeist.

[0040] Es ist ferner bevorzugt, daß das Faulschlammvergaseungsgas derart in den Faulbehälter eingeleitet wird, daß sich der gesamte Faulbehälterinhalt mit dem Faulschlammvergaseungsgas mischt.

[0041] Hiedurch kommt eine effektivere Reaktion und Filterwirkung des im Faulbehälter befindlichen Schlammes gegenüber dem Faulschlammvergaseungsgas zur Geltung.

[0042] Ferner ist es bevorzugt, daß das Faulschlammvergaseungsgas über eine Bypassleitung im Kreislauf und/oder direkt durch den Faulbehälter geführt wird, wodurch ebenfalls die Effektivität der Umsetzung der minderwertigen Bestandteile des Faulschlammvergaseungsgases zu höherwertigem Biogas durchgeführt wird.

[0043] Mit der vorliegenden Erfindung ist es somit möglich, das Faulschlammvergaseungsgas in höherwertiges Mischgas umzuwandeln, wobei der größte Teil der organischen Trockensubstanz des Rest-Faulschlammes in Energie

umgewandelt werden kann. Zurück bleibt nur der Reststoff nach der Vergasung, welcher eine inerte Asche mit ca. 99,9% Trockensubstanz ist, die für eine weitere Nutzung bzw. zum Deponieren geeignet ist und drastisch in Volumen und Masse gegenüber getrocknetem Faulschlamm reduziert ist.

[0044] Somit wird das gesamte Restmaterial dramatisch reduziert, was alleine bereits ein großer Vorteil bezüglich der Kosten der Schlamm Entsorgung pro m³ ist.

[0045] Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aufgrund der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung. Es zeigt:

[0046] Fig. 1 den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens im Anschluß an eine aerobe Schlammstabilisierung in schematischer Darstellung.

[0047] Mit 1 ist eine Eindickzentrifuge gemäß EP 0 807 089 B1, welche Überschußschlamm entwässert und teilweise lysiert und zusammen mit Primärschlamm in den Mischbehälter 2 fördert. Die Mischung aus Primärschlamm und Überschußschlamm wird dann zu einem ersten thermophilen Faulturm als Faulbehälter 3 geleitet, welcher auf eine Temperatur von ca. 56°C beheizt wird. Schlamm aus der ersten Faulung in Faulturm 3 wird zum zweiten Faulbehälter, Faulturm 4, gefördert, welcher nicht beheizt wird. Der Faulschlamm aus Faulturm 4 wird in einer Eindickeeinrichtung eingedickt und im Homogenisator 6 homogenisiert. Der homogenisierte Faulschlamm verläßt den Homogenisator 6 und wird einer Eindickzentrifuge 7 zugeführt. Der entwässerte Faulschlamm wird zur Schlammvorlage 8 gefördert und in einer Schlamm Trocknungseinrichtung 9 getrocknet und in einer Trockengutvorlage 10 gesammelt. Der getrocknete Faulschlamm wird aus der Trockengutvorlage 10 in eine Vergasungseinrichtung 11, im Beispielsfalle ein Lödige-Reaktor eingebracht und dort im Beispielsfalle unter unterstöchiometrischer Zudosierung von Luftsauerstoff vergast.

[0048] Am unteren Ende der Schlammvergasungseinrichtung 11 wird diskontinuierlich oder kontinuierlich Asche abgeführt und auf einer Halde 13 gesammelt und dann einer Aschedeponie zugeführt. Bei geeignet geringem Schadstoffgehalt kann die erhaltene Restasche auch einer Verwertung, zum Beispiel im Straßenbau, zugeführt werden.

[0049] Das in der Schlammvergasungseinrichtung 11 entstehende Vergasungsgas wird kontinuierlich den Faultürmen 3 und 4 zugeführt. Parallel hierzu verfügt der Faulturm 3 über eine Rezirkulationsleitung RL3 und der Faulbehälter 4 über eine Rezirkulationsleitung RL4, durch welche ein Mischgas aus Faulschlammvergasungsgas aus der Vergasungseinrichtung 11 sowie des in den Faultürmen 3 und 4 entstehenden Biogases im Kreislauf geführt wird.

[0050] An den oberen Enden der Faultürme 3 und 4 wird dann ein Mischgas aus Biogas und Faulschlammvergasungsgas abgezogen, welches in einem Mischgasvorlagebehälter 14 gesammelt wird. Das Mischgas aus Faulschlammvergasungsgas und Biogas wird dann einer Gasreinigungs/Trocknungsstufe 15 zugeführt, um unerwünschte bzw. toxische Stoffe wie H₂S, NO_x, Siloxane und auch Wasser aus dem Gas zu entfernen.

[0051] So enthält die Gasreinigungs/Trocknungsstufe 15 im Beispielsfalle eine Tiefkühleinrichtung, welche das Gas auf -30°C abkühlt, so daß Wasser und die im Mischgas enthaltenen flüchtigen Siloxane abgetrennt werden.

[0052] Desweiteren enthält die Gasreinigungstrocknungsstufe 15 einen Aktivkohlefilter zur Entfernung von H₂S, NO_x und CO.

[0053] Das so gereinigte Mischgas kann dann unterschiedlich energetisch genutzt werden. Einerseits kann das

Mischgas einem Blockheizkraftwerk 16 zugeführt werden, welches dann auf bekannte Weise mittels eines Gasmotors Strom erzeugt. Andererseits kann das Gas verwendet werden, um eine Kesselheizanlage 17 zu betreiben, und als dritte Alternative kann das Gas einem Reformier/Konverter 18 zugeführt werden, in welchem das im Biogas enthaltene Methan im wesentlichen zu Wasserstoff umgesetzt wird. Dieser Wasserstoff wird dann einer Brennstoffzelle 19, im Beispielsfalle einer Phosphorsäurebrennstoffzelle, Typ PC25C der ONSI CORPORATION, zugeführt werden, welche eine elektrische Leistung von ca. 200 Kilowatt aufweist. [0054] Natürlich können im Bedarfsfalle mehrere Brennstoffzellen parallel geschaltet werden und der sich ergebende Überschußstrom über einen Wechselrichter in die übliche Netzspannung umgeformt und ins öffentliche Netz eingespeist werden.

[0055] Die vorliegende Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß das Gas aus der Schlammvergasung, welches normalerweise einen relativ schlechten Heizwert aufweist, um energetisch sinnvoll genutzt werden zu können, dahingehend aufgewertet wird, daß seine Bestandteile wie CO und weitere organische Verbindungen in Methan umgewandelt werden und so die Gesamtenergieausbeute des Mischgases signifikant ansteigt.

[0056] Darüberhinaus werden toxische Substanzen aus dem Schlammvergasungsgas durch die Nutzung der Faulbehälter als Filter und Adsorbentien darin zurückgehalten und somit das Faulschlammvergasungsgas von diesen Substanzen weitgehend befreit.

[0057] Eine besonders günstige Energiebilanz ergibt sich, wenn die Vorteile der Nutzung und Aufwertung des Schlammvergasungsgases mit der effektiven Stromerzeugung einer Brennstoffzelle kombiniert werden.

[0058] Als ganz besonderer Vorteil ist anzusehen, daß bei der gewöhnlichen Faulschlammvergasung die entstehenden Abgase wegen des im allgemeinen zu niedrigen Heizwertes einfach über eine Fackel abgebrannt werden und dann in die Atmosphäre entlassen werden, während im vorliegenden erfindungsgemäßen Verfahren eine drastische Steigerung der gesamten Energieausbeute sowie eine große Reduktion des anfallenden Reststoffvolumens erzielt wird, ohne die Atmosphäre zusätzlich mit Emissionen zu belasten.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Behandlung von Schlämmen aus Abwässern mit:

wenigstens einer anaeroben Stufe (3, 4);
wenigstens einer Faulschlammeindickeeinrichtung (5);
wenigstens einer Faulschlammmhomogenisierungseinrichtung (6);
wenigstens einer Entwässerungseinrichtung (7);
wenigstens einem Faulschlammstapelbehälter (8);
wenigstens einer Schlamm Trocknungseinrichtung (9);
wenigstens einer Trockengutvorlage (10);
wenigstens einer Faulschlammvergasungseinrichtung (11), welche Faulschlammvergasungsgas und eine Restasche produziert,
dadurch gekennzeichnet, daß
eine Verbindung von der Faulschlammvergasungseinrichtung (11) für das Faulschlammvergasungsgas aus der Faulschlammvergasungseinrichtung (11) zu dem Faulbehälter (3, 4) vorgesehen ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Faulbehälter (3, 4) als Filter und Reaktor für das Faulschlammvergasungsgas dient, und/oder die Schlamm Trocknungseinrichtung (9) eine Pelletiereinrichtung aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die anaerobe Stufe wenigstens einen, vorzugsweise zwei Faulbehälter (3, 4), insbesondere Faultürme, umfaßt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den Abwässern um aerob stabilisierte Abwässer handelt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Faulbehälter (3, 4) wenigstens eine Recyclingleitung (RL3, RL4) vorgesehen ist, durch welche das Mischgas aus Faulgas und Faulschlammvergasungsgas im Kreislauf durch den Faulbehälterinhalt geführt wird, wobei der Faulbehälterinhalt insbesondere als Filter und Reinigungsreaktor für das Faulschlammvergasungsgas dient.
6. Verfahren zur energetischen Nutzung von Faulschlammvergasungsgas, welches bei einer Faulschlammvergasung entsteht, dadurch gekennzeichnet, daß es in den Faulbehälter (3, 4) eingeleitet wird und mit dem Faulgas vermischt wird und als Mischgas zur Energiegewinnung vom Faulbehälter abgezogen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Faulschlammvergasung bei einer Temperatur von ca. 400°C bis 1200°C durchgeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die im Faulschlammvergasungsgas enthaltenen Gase H_2 , CO_2 , CO im wesentlichen in CH_4 umgewandelt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischgas, welches dem Faulbehälter (3, 4) entnommen wird, einen größeren Methananteil enthält als das Faulgas ohne Zuführung von Faulschlammvergasungsgas.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß CO_2 durch Auswaschen aus dem Mischgas entfernt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischgas weiter gereinigt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischgas durch Kühlen, insbesondere unter ca. -20°C bis -40°C, vorzugsweise auf ca. -30°C von im Mischgas enthaltenen Siliciumverbindungen, insbesondere Siloxanen und Wasser wenigstens weitgehend befreit wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischgas zur Energiegewinnung durch Verwertung in einer Heizanlage (17) und/oder Blockheizkraftwerksanlage (16) und/oder nach weiterer Aufbereitung des Mischgases in einer Brennstoffzelle (19) verwendet wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischgas zur Aufbereitung für Brennstoffzellen (19) durch Eisenoxid- und/oder Keramik-katalysatoren und/oder eine Adsorptionsstufe, insbesondere eine aktivkohlehaltige Adsorptionsstufe, geleitet wird, um Verunreinigungen, insbesondere Schwefel- und/oder Halogenverbindungen und/oder NO_x , und/oder CO aus dem Mischgas zu entfernen, wobei vorzugsweise ein Partikelfilter nachgeschaltet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil des im Mischgas enthaltenen Methans in Wasserstoff als Brennstoff für die Brennstoffzelle (19) umgewandelt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischgas mit überhitztem Wasserdampf gemischt wird und bei ca. 900°C zu Wasserstoff

und Kohlenmonoxid, vorzugsweise an einem Nickelkatalysator, umgesetzt (reformiert) wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil des bei der Reformierung entstehenden Kohlenmonoxids, vorzugsweise bei ca. 300°C an einem Kupferkatalysator mit Wasser zu Wasserstoff und Kohlendioxid umgesetzt (konvertiert) wird.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der bei der Reformierung und Konvertierung entstehende Wasserstoff, insbesondere nach Reinigung, einer Brennstoffzelle (19) zugeführt wird, welche ausgewählt wird aus der Gruppe, bestehend aus:

Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen (PEFC) mit einem Betriebstemperaturbereich von ca. 60°C bis 100°C; Phosphorsäure-Brennstoffzellen (PAFC) mit einem Betriebstemperaturbereich von ca. 160°C bis 220°C; Schmelzcarbonat-Brennstoffzellen (MCFC) mit einem Betriebstemperaturbereich von ca. 620°C bis 660°C; und oxidkeramische Brennstoffzellen (SOFC) mit einem Betriebstemperaturbereich von ca. 800°C bis 1000°C.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der der Brennstoffzelle (19) entnommene Strom zum Betrieb der Kläranlage verwendet wird und erhaltene Stromüberschüsse über einen Wechselrichter ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß als Abwässer aerob stabilisierte Abwässer verwendet werden.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Faulschlammvergasungsgas derart in den Faulbehälter (3, 4) eingeleitet wird, daß sich der gesamte Faulbehälterinhalt mit dem Faulschlammvergasungsgas mischt.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Faulschlammvergasungsgas über eine Bypassleitung (RL3, RL4) im Kreislauf und/oder direkt durch den Faulbehälter (3, 4) geführt wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischgas einem Blockheizkraftwerk (16), insbesondere einem Gasmotor, als Energiequelle zugeführt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

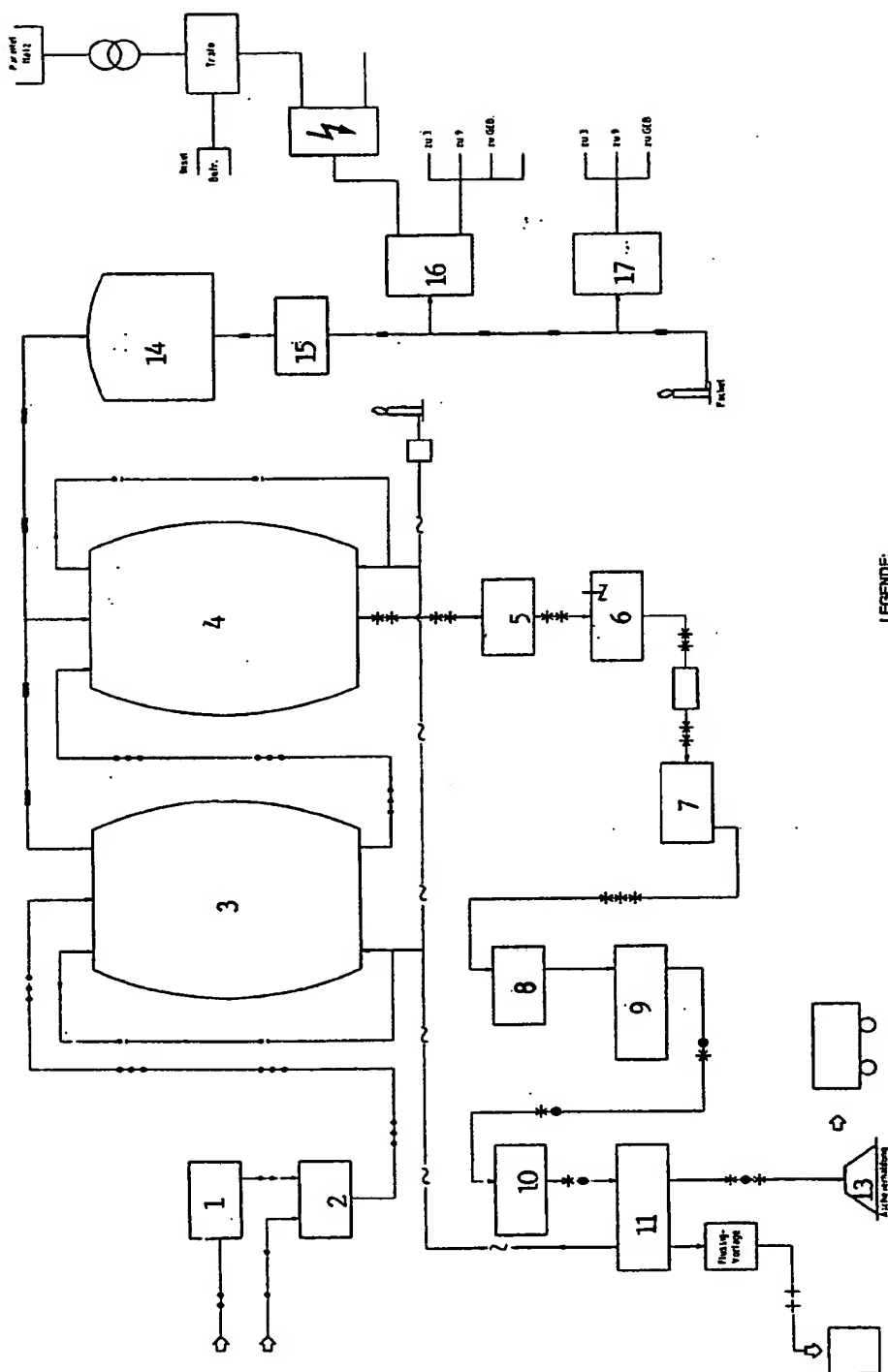
[illegible]

Fig. 1